

fot. Wojciech Kryński

# Lot w tunelu aerodynamicznym

Marzenia o lataniu towarzyszą ludziom od zawsze. Świadczy o tym chociażby mit o Dedalu i Ikarze. Od niedawna to odwieczne pragnienie może spełnić każdy w podwarszawskim Ożarowie, gdzie powstał aerodynamiczny tunel Flyspot.

W tunelu aerodynamicznym Flyspot wykorzystano technologię firmy Indoor Skydiving Germany, która jest uważana w dziedzinie konstruowania tego typu obiektów za najnowocześniejszą na świecie. Zastosowane rozwiązania gwarantują czyste pozbawione turbulencji powietrze, czyli bardzo dobrą symulację tego, co odczuwa skoczek, wyskakując z samolotu lecącego w nieruchomym powietrzu na wysokości 4000 metrów.

Wentylatory napędzające tunel to urządzenia niemieckich koncernów Howden i Siemens. Nowe profile łopatek zostały wykonane z włókna węglowego. Pozwoliło to na ograniczenie sumarycznej mocy silników o 200 kW w stosunku do pierwotnego projektu (z 1,6 do 1,4 MW).

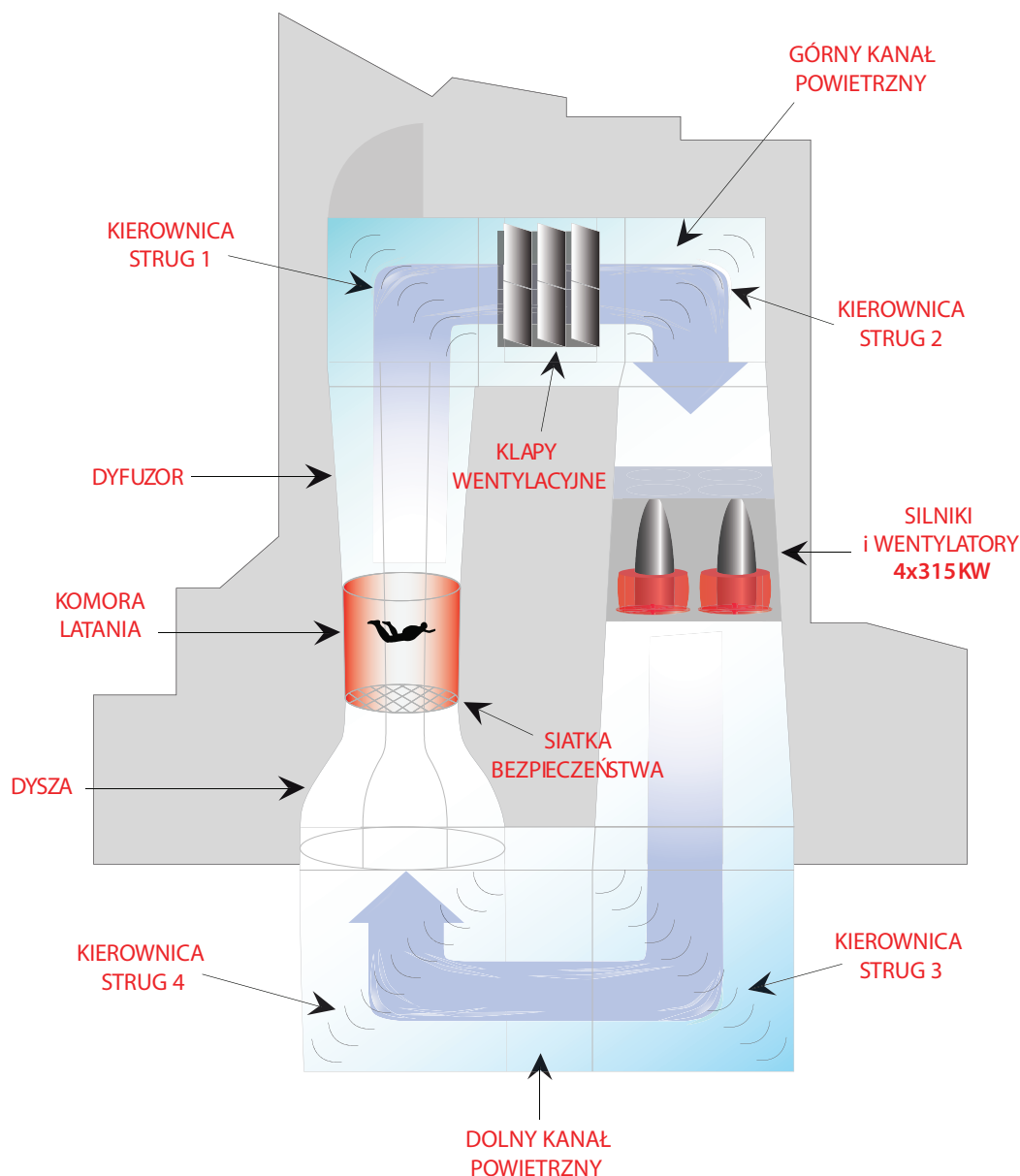
W tego typu obiektach kluczowa jest równomierność i stabilność strug w całym przekroju tunelu. Tylko

takie warunki gwarantują realistyczne odzwierciedlenie warunków panujących w trakcie zwykłego skoku spadochronowego. Zapewniają to opracowane przez ISG dyfuzory i kierownice powietrza, potężne stalowe i aluminiowe konstrukcje, które mimo swojej wielkości zostały wykonane z niezwykłą precyzją, tak by zapewnić linearny i pozbawiony jakichkolwiek turbulencji przepływ powietrza.

Przy konstruowaniu tuneli aerodynamicznych trzeba rozwiązać trzy podstawowe problemy techniczne związane z prędkością powietrza, turbulencjami i temperaturą.

## **Prędkość powietrza**

Prędkości powietrza w tunelu powinny oscylować w zakresie od 180 do 290 km/h. O technolo-



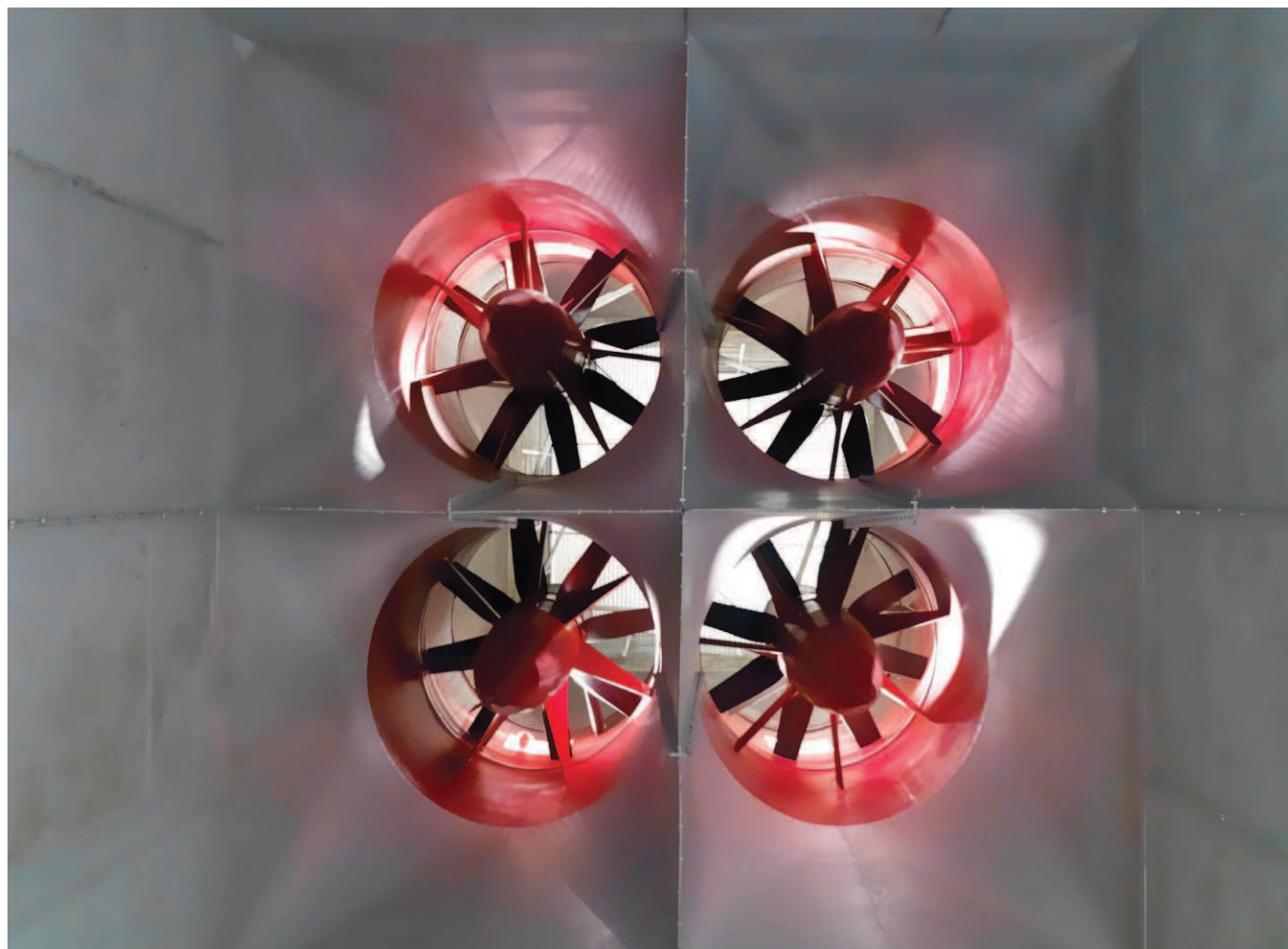
gicznym zaawansowaniu konstrukcji świadczy moc jaka jest konieczna, by rozpędzić powietrze do potrzebnej prędkości. W opisywanym tunelu wystarczy do tego 1260 kW (silniki pracują na ograniczonej z 350 do 315 kW mocy). Pozwala to osiągnąć prędkość 315 km/h, co czyni z tunelu Flyspot najszybszy tunel świata.

Takiej prędkości nie udało się osiągnąć, gdyby nie żelbetowy kokon, w który została opakowana technologia. Jednak nawet tunele konstrukcji ISG nie mogą się oprzeć prawom fizyki. Przy wysokich prędkościach generują wibracje, które przenoszą się na całą konstrukcję. Dotychczas tunele były obudowywane konstrukcjami kratownicowymi ze stali, pracującymi razem z tunelem. Żelbet, który w tunelu Flyspot został zastosowany po raz pierwszy, usztywnił konstrukcję

do tego stopnia, że pozwoliło to na wykorzystanie pełnych możliwości technologii ISG.

### Turbulencje

W wypadku tuneli horyzontalnych, wykorzystywanych na przykład w przemyśle motoryzacyjnym, oczekiwania wobec jakości powietrza są takie same jak w wypadku tuneli wertykalnych. Ma być idealnie gładko, idealnie równo i bez turbulencji. W wypadku tuneli horyzontalnych rozwiązuje się to w ten sposób, że odcinek służący do uspokojenia powietrza po zakręcie na kierownicach wiatru ma kilkaset metrów. Przenosząc tę zasadę na tunel wertykalny, trzeba by było zbudować konstrukcję o olbrzymiej wysokości, co jest absurdem zarówno ekonomicznym, jak i konstrukcyjnym. Był to największy problem, nad którego rozwiązaniem



fot. Wojciech Kryński

przez trzy lata pracowali naukowcy z Berlińskiego Centrum Kosmicznego przy Politechnice Berlińskiej. Rozwiązali to genialnie – turbulencji nie ma. Dodatkowo prędkość powietrza w całym przekroju tunelu powinna być idealnie taka sama, co również stanowiło duże wyzwanie projektowe.

Flyspot jest tunelem jednobiegowym, co oznacza, że są w nim zewnętrzne ściany komory, przy których powietrze musi pokonać dłuższą drogę. Zgodnie z prawami fizyki powinno przy zewnętrznej ścianie przesuwać się wolniej. Taka konstrukcja minimalizuje turbulencje, ale powoduje problemy związane z zapewnieniem równomierności strug powietrza. W tunelu Flyspot konstruktorom udało się ten problem rozwiązać i strugi są równierne w całym przekroju.

Są również konstrukcje tuneli dwu- i trzykanałowe, w których nie ma problemu równomierności prędkości, ale za to pojawiają się potężne problemy z turbulencjami – powietrze wpadające do tunelu z różnych stron zaczyna wibrować, zderzać się ze sobą i wirować. Żeby tego uniknąć musi ono wpadać z różnych źródeł z idealnie równą prędkością, a tego w praktyce nie da się osiągnąć.

### Temperatura

Powietrze w trakcie działania tunelu potężnie się rozgrzewa – nawet o 20 stopni w ciągu kilkunastu minut. Trzeba je więc chłodzić. Można to robić za pomocą klimatyzatorów – potrzeba jest jednak potężna moc i bardzo wydajne urządzenia, które dodatkowo zakłócają przepływ powietrza. Drugim sposobem jest wymiana powietrza w tunelu na atmosferyczne, co jest bardzo ekonomicznym rozwiązaniem. Wymaga jednak z jednej strony klimatu, w którym temperatury powietrza w cieniu nie przekraczają 32°C, a z drugiej takiego opracowania przekroju tunelu, aby taka wymiana była możliwa – w miejscu, w którym wylatuje powietrze musi panować nadciśnienie, a w miejscu zasysania podciśnienie. Tylko wtedy powietrze będzie efektywnie wymieniane.

W tunelu Flyspot zastosowano to drugie rozwiązanie. W trakcie jednego obiegu powietrza w tunelu zostaje wymieniona 1/3 całej jego objętości. W polskim klimacie gwarantuje to funkcjonowanie tunelu nawet przy największych upałach panujących na zewnątrz. ■

**Bartosz Więcek**  
**Flyspot**